

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/051064 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: F02D 35/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/012316

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. November 2003 (05.11.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 56 107.9 29. November 2002 (29.11.2002) US

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE). IAV GMBH [DE/DE]; Carnotstrasse 1, 10587 Berlin (DE). FRAUNHOFER GESELLSCHAFT E.V. [DE/DE]; Hansastrasse 27 c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHMIDT, Thorsten [DE/DE]; Holdewedestr. 6, 38118 Braunschweig (DE). SCHULTALBERS, Wilfried [DE/DE]; Maschhop 33, 38536 Meinersen (DE). RASCHE, Henning [DE/DE]; Schumannstrasse 11, 85080 Gaimersheim (DE). FEHRENBACH, Hermann [DE/DE]; Hubenweg 13, 76761 Rülzheim (DE). SCHEU, Joachim [DE/DE]; Ferdinandstr. 18, 74206 Bad Wimpfen (DE).

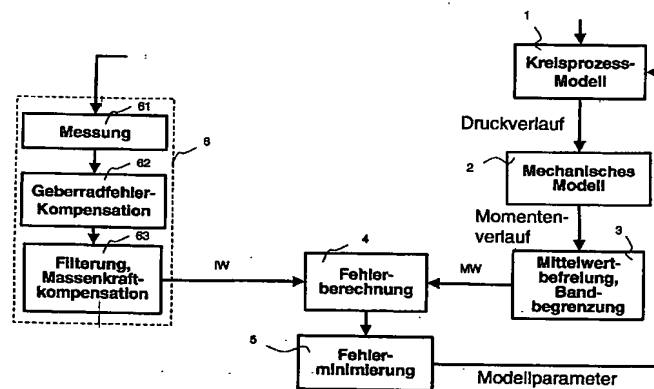
(74) Gemeinsamer Vertreter: MADER, Wilfried; Audi AG, Abt. N/EK-7, 74148 Neckarsulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ESTIMATION OF COMBUSTION CHAMBER PRESSURE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR SCHÄTZUNG DES BRENNRAUMDRUCKS



1:- CYCLIC PROCESS MODEL
DRUCKVERLAUF:- PRESSURE CURVE
2:- MECHANICAL MODEL
MOMENTENVERLAUF:- TORQUE CURVE
3:- MEAN VALUE RELEASE, RANGE LIMIT
4:- ERROR CALCULATION
5:- ERROR MINIMISATION
61:- MEASUREMENT
62:- SENSOR WHEEL COMPENSATION
63:- FILTERING, INERTIA COMPENSATION

(57) Abstract: According to the invention, indications as to cylinder pressure are to be gained for the optimisation of combustion process in internal combustion engines. The internal combustion engine is thus modelled with several model parameters (1 to 5). An obtained model varying torque (MW) is compared with an actual varying torque (IW). The model parameters are altered based on the comparison. The model provides realistic values of combustion chamber pressure based on the altered model parameters.

(57) Zusammenfassung: Zur Optimierung des Verbrennungsprozesses in Brennkraftmaschinen sollen Aussagen über den Zylinderdruck gewonnen werden. Hierzu wird die Brennkraftmaschine mit mehreren Modellparametern modelliert (1 bis 5). Ein gewonnenes Modellwechseldrehmoment (MW) wird mit einem Ist-Wechseldrehmoment (IW) verglichen. Entsprechend dem Vergleich werden die Modellparameter verändert. Aufgrund der veränderten Modellparameter liefert das Modell realistische Werte über den Brennraumdruck.



LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5 **Verfahren und Vorrichtung zur Schätzung des Brennraumdrucks**

BESCHREIBUNG:

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schätzung eines Brennraumdrucks einer Brennkraftmaschine sowie eine entsprechende Vorrichtung hierzu.

15 Zur Beschreibung der Vorgänge in einer Brennkammer einer Brennkraftmaschine wird vielfach der Brennraumdruck als maßgebliche Größe herangezogen. Kenntnisse über die Verbrennung können für die Motorsteuerung verwendet werden, um den Verbrennungsprozess zu optimieren. Dementsprechend können die Parameter des Verbrennungsprozesses, z. B. Zündzeitpunkt und Ventilsteuerung, durch das Motorsteuergerät gesetzt werden.

20 Der Brennraumdruck lässt sich durch einen Drucksensor ermitteln. Aufgrund der ausgesprochen hohen zu messenden Drücke sind derartige Sensoren weder in der Herstellung noch im Einbau und in der Wartung kostengünstig. Dies wirkt sich umso nachteiliger bei Brennkraftmaschinen mit hohen Zylinderzahlen aus.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, auf kostengünstigere Art und Weise Daten über den Verbrennungsprozess in den einzelnen Brennräumen einer Brennkraftmaschine zu gewinnen.

30 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Schätzung eines Brennraumdrucks einer Brennkraftmaschine durch Modellieren der Brennkraftmaschine mit mehreren Modellparametern in einem Modell unter Bereitstellung eines Brennraumdruckwerts und eines Modellwechsel-

35 drehmoments, Erfassen eines Ist-Wechseldrehmoments, Abgleichen des Modellwechseldrehmoments mit dem Ist-Wechseldrehmoment unter Abänderung der Modellparameter und Ermitteln eines Schätzwerts des Brennraumdrucks anhand des Modells auf der Grundlage der geänderten Modellparameter.

Ferner ist erfindungsgemäß vorgesehen eine entsprechende Vorrichtung zur Schätzung eines Brennraumdrucks einer Brennkraftmaschine mit einer Recheneinrichtung zum Modellieren der Brennkraftmaschine mit mehreren Modellparametern in einem Modell unter Bereitstellung eines Brennraumdruckwerts und eines Modellwechseldrehmoments, einer an die Recheneinrichtung angeschlossene Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Ist-Wechseldrehmoments, wobei durch die Rechereinheit das Modellwechseldrehmoment mit dem Ist-Wechseldrehmoment unter Abänderung der Modellparameter abgleichbar und ein Schätzwert des Brennraumdrucks anhand des Modells auf der Grundlage der geänderten Modellparameter ermittelbar ist.

Mit dem erfindungsgemäßen Modell ist es möglich, Aussagen über den Energieumsatz in jedem Zylinder zu erhalten. Vorteilhaft dabei ist, dass nicht für jeden Zylinder ein Kennfeld mit einer Vielzahl von Parametern im Vorfeld aufgenommen werden muss, um für einen aktuellen Lauf Daten über den Verbrennungsprozess zu erhalten. Vielmehr ist es durch das Modell möglich, realistische Parameter für den Kreisprozess zu erhalten und damit beispielsweise eine Schadstoff- oder Kraftstoffminimierung durchzuführen.

Vorzugsweise ist in dem Modell ein Kreisprozessmodell zur Beschreibung einer Verbrennung in einer Brennkammer enthalten. Geeignete Kreisprozessmodell sind hinlänglich bekannt und lassen mit einer Vielzahl von Parametern praktisch jeden Brennprozess simulieren.

Ferner kann das Modell ein mechanisches Modell zur Beschreibung eines Feder-Masse-Systems der Brennkraftmaschine umfassen. Hiermit kann die individuelle Mechanik einer Brennkraftmaschine zur Erzeugung eines Drehmoments berücksichtigt werden.

Zur Gewinnung eines Modellwechseldrehmoments kann eine Bandbegrenzung vorgesehen sein. Mit Hilfe dieser Bandbegrenzung lässt sich zum einen der Gleichanteil ausfiltern und zum anderen eventuelle Störungen im Hochfrequenzbereich minimieren.

Vorzugsweise erfolgt der Abgleich zwischen dem Modellwechseldrehmoment und dem Ist-Wechseldrehmoment durch Fehlerberechnung und Reduzieren des Fehlers unter eine vorgegebene Schranke durch die Modellparameter

mit Hilfe eines Regelkreises. Durch diesen Regelkreis erfolgt eine automatische Modellvalidierung. Es ist aber auch möglich, aus der Abweichung zwischen dem Modellwechseldrehmoment und dem Ist-Wechseldrehmoment durch einen einzigen Rechenschritt optimierte Modellparameter zu ermitteln, was auch als Einschnittverfahren bezeichnet wird.

Das Ist-Wechseldrehmoment kann ein Schätzwert sein, der durch ein Momentenschätzmodell ermittelt wurde. Des Weiteren kann das Ist-Wechseldrehmoment auch messtechnisch erfasst werden, wie dies in der Einleitung erwähnt wurde.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert, die ein Blockschaltdiagramm des erfindungsgemäßen Modells zur Zylinderdruckschätzung wiedergibt. Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

Grundlage der Zylinderdruckschätzung ist ein Vergleich eines tatsächlich gemessenen oder ebenfalls geschätzten Ist-Wechseldrehmoments IW mit einem Modellwechseldrehmoment MW , das durch ein geeignetes Modell ermittelt wird. In der Abbildung ist das Modell als Regelschleife auf der rechten Seite dargestellt. Das Modell setzt sich im Wesentlichen aus einem Kreisprozessmodell 1 und einem mechanischen Modell 2 zusammen. In das Kreisprozessmodell werden, wie dies durch den von oben kommenden Pfeil in der Abbildung angedeutet ist, zunächst Startwerte zum Beispiel für Motor-temperatur, Zündzeitpunkt und dergleichen als grobe Anhaltswerte für aktuelle Betriebswerte des Motors aus der Motorsteuerung entnommen. Auf der Grundlage dieser Eingangsparameter berechnet das Kreisprozessmodell 1 einen Druckverlauf in den einzelnen Brennkammern der verschiedenen Zylinder.

Das mechanische Modell 2 verwendet die ermittelten Druckverläufe in den einzelnen Zylindern, um daraus einen Momentenverlauf der Kurbelwelle zu generieren. Hierzu wird das Feder-Masse-System der Brennkraftmaschine berücksichtigt. Insbesondere wird ein Drehmoment mit Gleich- und Wechselanteil berechnet. Der Wechselanteil beinhaltet Torsionsmomente beispielsweise der Kurbelwelle und Trägheitsmomente rotierender oder oszillierender Massen wie Kurbelwelle, Pleuel und dergleichen.

Der aus dem mechanischen Modell 2 gewonnene Momentenverlauf wird in dem Block 3 einer Bandbegrenzung unterzogen. Diese dient insbesondere der Mittelwertbefreiung, d. h. der Befreiung des Momentenverlaufs von dem auftretenden Gleichmoment. Darüber hinaus werden durch die Bandbegrenzung auch höhere Störfrequenzen eliminiert, so dass das Signal-Rausch-Verhältnis des verbleibenden Nutzsignals steigt. Ausgangssignal des Blocks 3 ist somit ein störungsreduziertes Modellwechseldrehmoment MW.

10 In dem Block 4 wird dieses Modellwechseldrehmoment MW mit einem Ist-Wechseldrehmoment IW verglichen und ein entsprechender Fehler ermittelt und als Ausgangssignal bereitgestellt. Vorzugsweise wird als Fehler der mittlere quadratische Fehler verwendet.

15 In einem Block 5 wird versucht, diesen Fehler zu minimieren. Hierzu wird der Fehler mit einer vorgegebenen Schranke verglichen. Ist der Fehler größer als die Schranke, so wird einer oder mehrere der Modellparameter für das Kreisprozessmodell 1 geändert. Ist der mittlere quadratische Fehler kleiner als die vorgegebene Schranke, so ist das gewünschte Optimum erreicht und die Modellparameter des Kreisprozessmodells 1 können als für den aktuellen 20 Verbrennungsvorgang realistisch angesehen werden.

Die optimalen Modellparameter werden hier iterativ in einer Regelschleife gefunden. Alternativ kann hierfür aber auch ein rechnerisch aufwändigeres 25 Einschnittverfahren verwendet werden.

Im linken Teil der Abbildung ist angedeutet, wie das Ist-Wechseldrehmoment IW ermittelt wird. Dies erfolgt im vorliegenden Fall mittels eines Momentenschätzverfahrens. Das hierfür verwendete Modell ist mit Block 6 symbolisiert. Dabei durchläuft ein mittels Periodendauermessung 61 gewonnenes Drehzahlsignal zunächst eine Geberradfehlerkompensation beziehungsweise 30 Geberradadaption 62. Der Geberradfehler muss für jeden Motor vorher nur einmal eingelernt und dann abgelegt werden. Die anschließende Verarbeitung mit digitaler Filterung und Massenkraftkompensation 63 führt zum gewünschten Ist-Wechseldrehmoment IW.

35 Anstelle der Schätzung des Ist-Wechseldrehmoments kann dieses auch unmittelbar durch Messung ermittelt werden. Eine Sensorik hierfür ist aus Kostengründen in Serien-Fahrzeugen in der Regel jedoch nicht verbaut.

5 Zusammenfassend betrachtet kann somit die kurbelwinkel aufgelöste Auswertung des Momentensignals zur Schätzung des Zylinderdrucks herangezogen werden. Die so realisierte Zylinderdruckschätzung ebnet den Weg zum drehzahlbasierten, zylinderselektiven Motormanagement ohne kostspielige Zylinderdrucksensoren. Ein typischer Anwendungsfall wäre die Zylinder- aussetzererkennung. Des Weiteren können die gewonnen Motordaten auch für die Kraftfahrzeugsicherheitskonzepte verwendet werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Schätzung eines Brennraumdrucks einer Brennkraftmaschine

5

gekennzeichnet durch

Modellieren der Brennkraftmaschine mit mehreren Modellparametern in einem Modell (1, 2) unter Bereitstellung eines Brennraumdruckwerts und eines Modellwechseldrehmoments (MW),

10

Erfassen eines Ist-Wechseldrehmoments (IW),

15

Abgleichen (4, 5) des Modellwechseldrehmoments (MW) mit dem Ist-Wechseldrehmoment (IW) unter Abänderung der Modellparameter und

Ermitteln eines Schätzwerts des Brennraumdrucks anhand des Modells (1, 2) auf der Grundlage der geänderten Modellparameter.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Modell (1, 2) ein Kreisprozessmodell (1) zur Beschreibung einer Verbrennung in einer Brennkammer umfasst, wobei insbesondere Startwerte aus einer Motorsteuerung entnommen werden.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Modell (1, 2) ein mechanisches Modell (2) zur Beschreibung eines Feder-Masse-Systems der Brennkraftmaschine umfasst.

30

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zur Gewinnung des Modellwechseldrehmoments (MW) eine Bandbegrenzung (3) durchgeführt wird.

35

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Abgleichen (4, 5) durch Fehlerberechnung (4) und Reduzieren des Fehlers (5) unter einer vorgegebenen Schranke in einem Regelkreis mittels der Modellparameter erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Ist-Wechseldrehmoment (IW) ein Schätzwert aus einem Momentenschätzmodell ist.

- 5 7. Vorrichtung zur Schätzung eines Brennraumdrucks einer Brennkraftmaschine

gekennzeichnet durch

- 10 eine Recheneinrichtung zum Modellieren der Brennkraftmaschine mit mehreren Modellparametern in einem Modell (1, 2) unter Bereitstellung eines Brennraumdruckwerts und eines Modellwechseldrehmoments (MW),

- 15 eine an die Recheneinrichtung angeschlossene Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Ist-Wechseldrehmoments (IW), wobei durch die Recheneinheit das Modellwechseldrehmoment (MW) mit dem Ist-Wechseldrehmoment (IW) unter Abänderung der Modellparameter abgleichbar und ein Schätzwert des Brennraumdrucks anhand des Modells (1, 2) auf der Grundlage der geänderten Modellparameter ermittelbar ist.

- 20 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei das in der Recheneinrichtung abgelegte Modell (1, 2) ein Kreisprozessmodell (1) zur Beschreibung einer Verbrennung in einer Brennkammer umfasst, wobei insbesondere Startwerte aus einer Motorsteuerung entnehmbar sind.

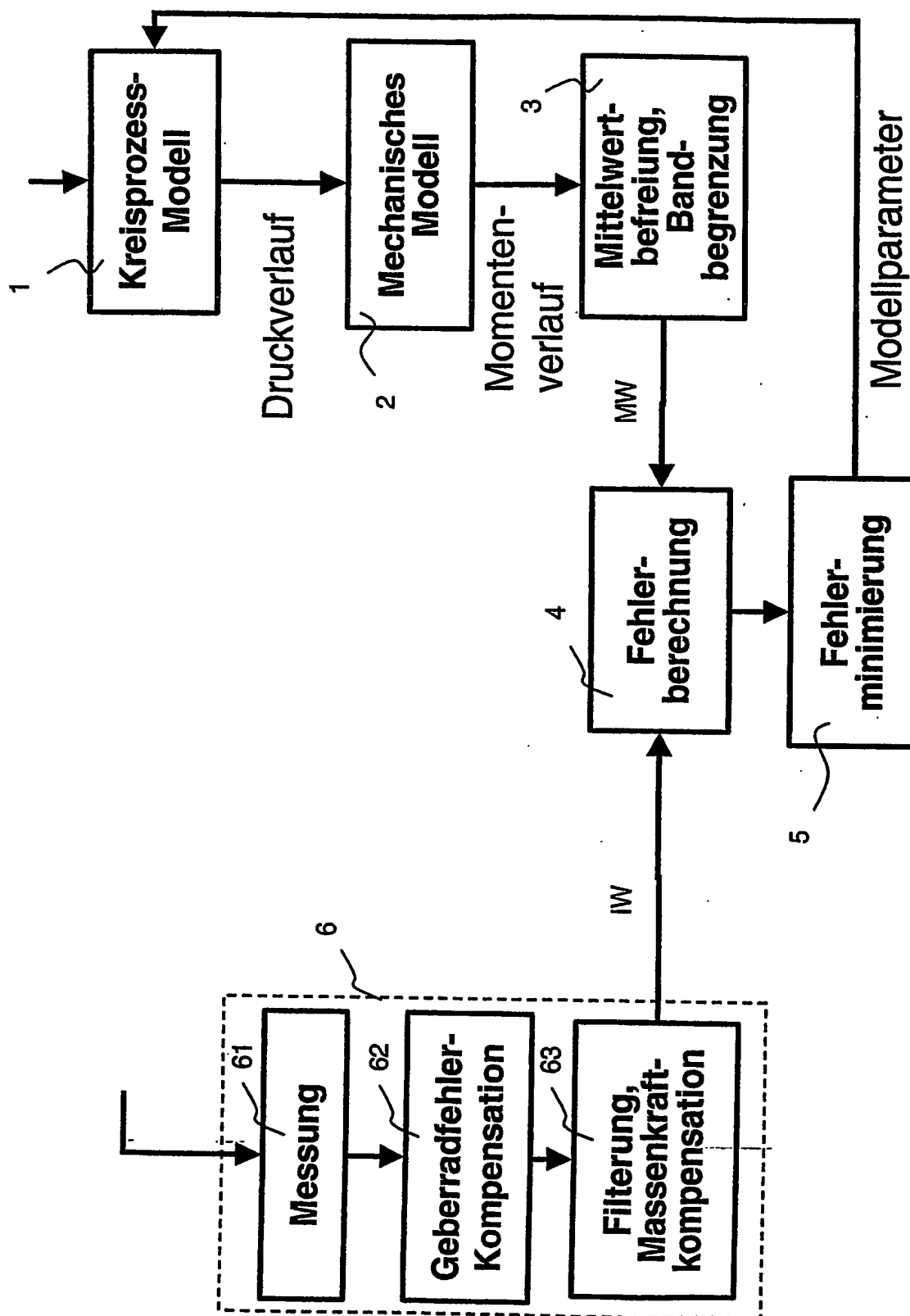
- 25 9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, wobei das in der Recheneinrichtung abgelegte Modell (1, 2) ein mechanisches Modell (2) zur Beschreibung eines Feder-Masse-Systems der Brennkraftmaschine umfasst.

- 30 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, die zur Gewinnung des Modellwechseldrehmoments (MW) aus einem Momentenverlauf eine Filtereinrichtung für eine Bandbegrenzung (3) umfasst.

- 35 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei ein Abgleichen des Modellwechseldrehmoments (MW) mit dem Ist-Wechseldrehmoment (IW) in der Recheneinrichtung durch Fehlerberechnung und Reduzieren

eines Fehlers unter eine vorgegebene Schranke in einem Regelkreis mittels der Modellparameter durchführbar ist.

- 5 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei die Erfassungseinrichtung zum Erfassen des Ist-Wechseldrehmoments (IW) eine weitere Recheneinrichtung zum Schätzen des Ist-Wechseldrehmoments (IW) aus einem Messwert bezüglich einer Winkelgeschwindigkeit der Brennkraftmaschine besitzt.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12316

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02D35/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02D GO1M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02 071308 A (UNIV OHIO) 12 September 2002 (2002-09-12) page 1, line 5 -page 16, line 4 ---	1-12
A	DE 199 00 738 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 15 June 2000 (2000-06-15) the whole document ---	1-12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 041 (M-791), 30 January 1989 (1989-01-30) -& JP 63 248954 A (TOYOTA MOTOR CORP), 17 October 1988 (1988-10-17) abstract --- -/--	1,7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 2004

Date of mailing of the international search report

12/02/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coda, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12316

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>GB 2 331 154 A (BOSCH GMBH ROBERT) 12 May 1999 (1999-05-12) page 2, line 5 -page 3, line 24 page 4, line 18 -page 6, line 10 -----</p>	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/12316

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02071308	A	12-09-2002	WO 02071308 A1	12-09-2002
			US 2003167118 A1	04-09-2003
DE 19900738	C	15-06-2000	DE 19900738 C1	15-06-2000
JP 63248954	A	17-10-1988	JP 2535894 B2	18-09-1996
GB 2331154	A	12-05-1999	DE 19749815 A1	12-05-1999
			IT 1302850 B1	10-10-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D35/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D G01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02 071308 A (UNIV OHIO) 12. September 2002 (2002-09-12) Seite 1, Zeile 5 -Seite 16, Zeile 4 ---	1-12
A	DE 199 00 738 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 15. Juni 2000 (2000-06-15) das ganze Dokument ---	1-12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 041 (M-791), 30. Januar 1989 (1989-01-30) -& JP 63 248954 A (TOYOTA MOTOR CORP), 17. Oktober 1988 (1988-10-17) Zusammenfassung --- -/-	1,7

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

3. Februar 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

12/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coda, R

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>GB 2 331 154 A (BOSCH GMBH ROBERT)</p> <p>12. Mai 1999 (1999-05-12)</p> <p>Seite 2, Zeile 5 -Seite 3, Zeile 24</p> <p>Seite 4, Zeile 18 -Seite 6, Zeile 10</p> <p>-----</p>	1,7

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12316

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 02071308	A	12-09-2002	WO US	02071308 A1 2003167118 A1	12-09-2002 04-09-2003
DE 19900738	C	15-06-2000	DE	19900738 C1	15-06-2000
JP 63248954	A	17-10-1988	JP	2535894 B2	18-09-1996
GB 2331154	A	12-05-1999	DE IT	19749815 A1 1302850 B1	12-05-1999 10-10-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.